

Instrutor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

Sala: A2-15 (IF, andar 1P)
Email: carlooseduardosouza@id.uff.br

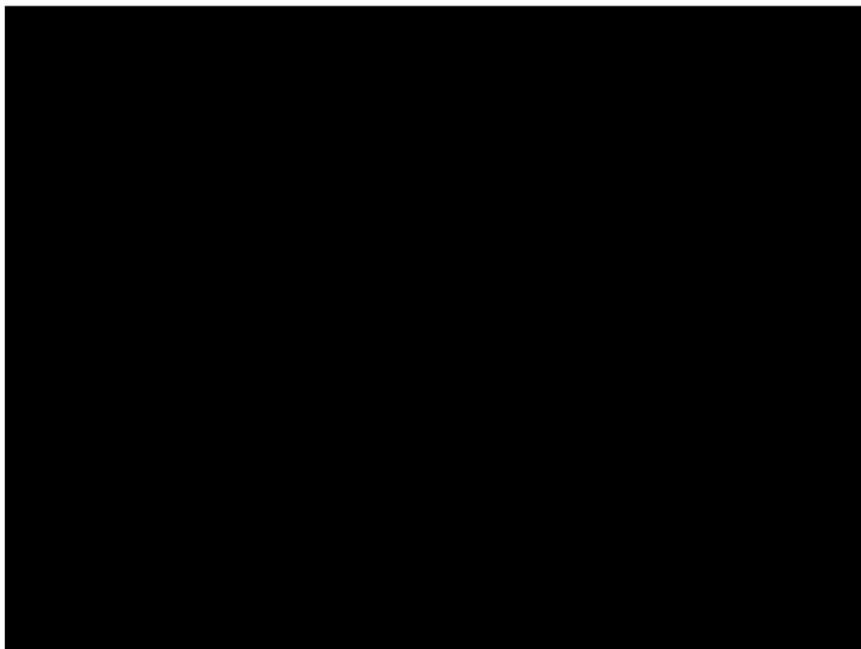
Panorama da Disciplina

A **Força elétrica** é uma força fundamental da natureza.

Algumas vezes, ela pode ser incontrolável...



Por outro lado, o controle da eletricidade é a base da sociedade moderna...



Transatlantic flight paths of 2,524 planes on single day - video animation | World news | The Guardian

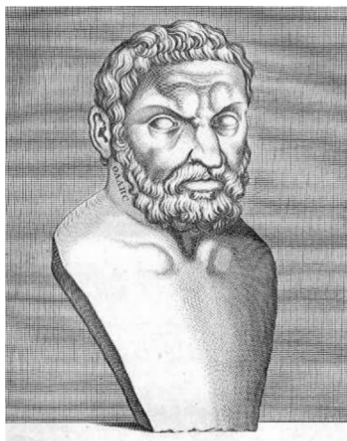
Panorama da Disciplina

Eletricidade e Magnetismo...

Nesta disciplina nos concentraremos basicamente no **desenvolvimento de uma teoria que explicará os fenômenos da Eletricidade e do Magnetismo**, ciências estas que produziram uma grande revolução tecnológica, que, desde o séc. XVIII, tem influenciado nossa vida radicalmente.

Panorama da Disciplina:

Primórdios da **Eletricidade e Magnetismo...**



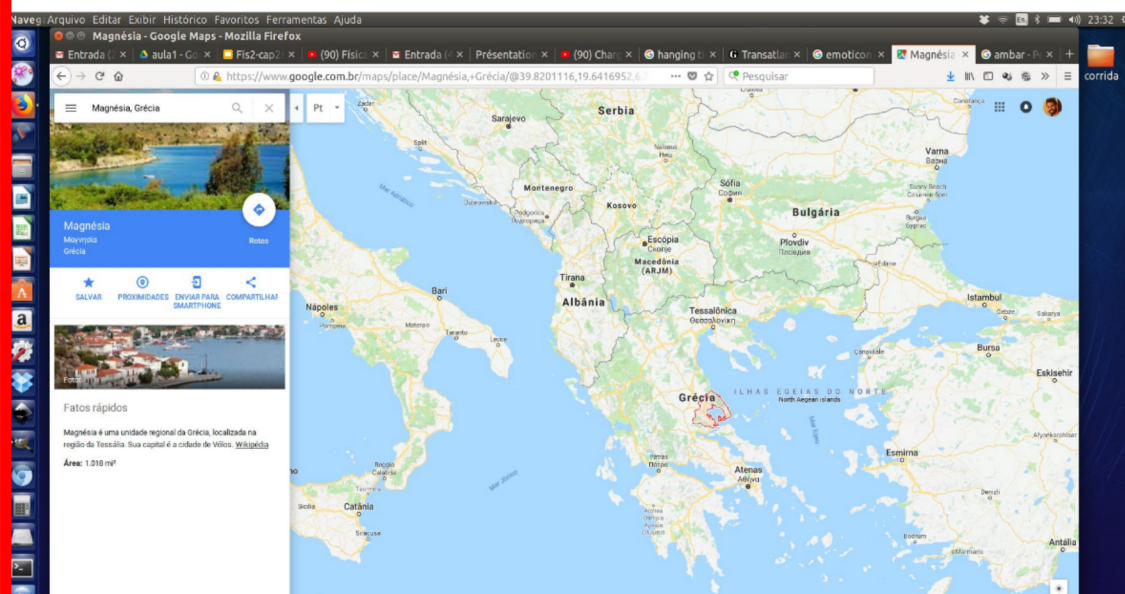
Thales de Mileto 600aC.
- pioneiro no estudo da eletricidade.

Historicamente, esses dois fenômenos são conhecidos desde a antiguidade nas sociedades pré-científicas, com os filósofos gregos que estudavam as características elétricas do âmbar (resina de árvore fossilizada) e magnéticas das pedras de uma região que eles chamavam de Magnésia.

Panorama da Disciplina:

Eletricidade e Magnetismo...

Magnésia- Grécia



âmbar



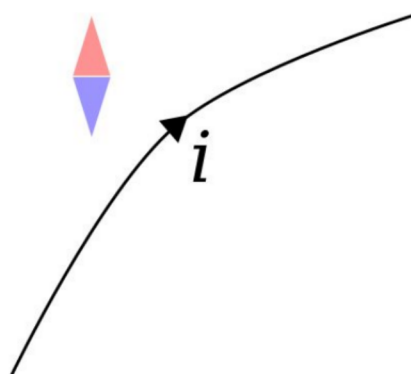
magnetita



Panorama da Disciplina:

Eletricidade e Magnetismo...

Eletricidade e Magnetismo caminharam de forma independente por séculos, como se não fossem relacionadas, até ~1820, qdo Christian Oersted descobriu uma relação entre elas: uma corrente elétrica num fio influencia a direção da agulha em uma bússola.



Uma corrente no fio gera um campo magnético...

● Panorama da Disciplina:

Eletricidade e Magnetismo...

De forma objetiva, estudaremos com bastante detalhes o conceitos de **cargas** e **campo**. Veremos que o conceito de campo será fundamental para entender a interação (interação a distância) entre cargas.

Gradualmente iremos construir uma teoria - baseada nos conceitos de campos elétrico e magnético - que nos permita entender, explicar e prever o comportamento eletromagnético em sistemas eletrônicos complexos.



Bibliografia: livro-texto principal

“Física, uma abordagem estratégica”,
vol. 3
Randall L. Knight



Avaliação:

- **Provas (3)** – 20 questões de Múltipla Escolha
- **Minitestes (6)** - Problema a ser resolvido em 20min, durante a aula
- **Testes Online (??)** - Teste de Leitura Prévia, realizado antes da aula.

$$\begin{aligned}\text{Nota Final} = & \{\text{MédiaProvas}\} \cdot 0,90 + \\ & + \{\text{MédiaTestesOnline}\} \cdot 0,03 + \\ & + \{\text{MédiaMinitestes}\} \cdot 0,07.\end{aligned}$$

Presença

- A presença nas aulas será anotada!

site da disciplina

Física II - 2018-1

cursos.if.uff.br/!fisica2-0118



The screenshot shows the website for the course "Física 2 - 2018-1". The header includes a search bar and navigation links. The main content area is titled "FÍSICA 2 - 2018-1" and contains a welcome message, a list of links for course information, and a detailed description of the course content. The left sidebar contains a table of contents with links to various sections.

Índice

Informações Gerais:

- [Página Inicial](#)
- [Avisos](#)
- [Bibliografia](#)
- [Critérios de avaliação](#)
- [Cronograma 2018-1](#)
- [Provas 2018-1](#)
- [Turmas 2018-1](#)

Suporte ao(a) estudante:

- [Atendimento docente](#)
- [Atendimento: monitoria](#)
- [Listas de exercícios](#)
- [Provas antigas](#)
- [Soluções em vídeo](#)
- [Material Complementar: vídeos, apps etc.](#)

FÍSICA 2 - 2018-1

Você está na página da disciplina **FÍSICA 2 - Eletricidade e Magnetismo** do [Instituto de Física da UFF](#), oferecida aos estudantes de Física e Engenharia da UFF.

Aqui você encontra (no índice ao lado) informações gerais da disciplina tais como cronograma, critério de avaliação, bibliografia etc.

Panorama da disciplina...

Nesta disciplina estudaremos as bases conceituais (e matemáticas) da teoria eletromagnética que foi desenvolvida no séc. XIX e que gerou uma grande revolução na ciência e tecnologia. Estudaremos aqui a Física dos aparelhos elétricos cujo funcionamento depende principalmente do eletromagnetismo, que em resumo é a combinação de fenômenos elétricos e magnéticos. Esta física está presente em computadores, rádios, celulares etc. E não para por aí. No campo da pesquisa fundamental, a compreensão das leis do eletromagnetismo continua a ser extremamente importante para o domínio de fenômenos naturais, a criação de novos materiais e sistemas artificiais de grande valor para a humanidade.

De forma bem específica, nosso objetivo neste curso é que vocês estudantes sejam capazes de utilizar a teoria eletromagnética para explicar fenômenos da eletricidade e do magnetismo, seja em um componente de um circuito elétrico simples ou em um caso de atração de corpos previamente eletrizados.

Os conteúdos aqui estudados são de grande importância para qualquer profissional que segue a carreira tecnológica, sejam cientistas que naturalmente estão mais focados nos aspectos fundamentais quanto Engenheiros que no dia a dia de suas atividades profissionais vão utilizar um conhecimento já processado para utilização de diversos componentes eletro-eletrônicos.

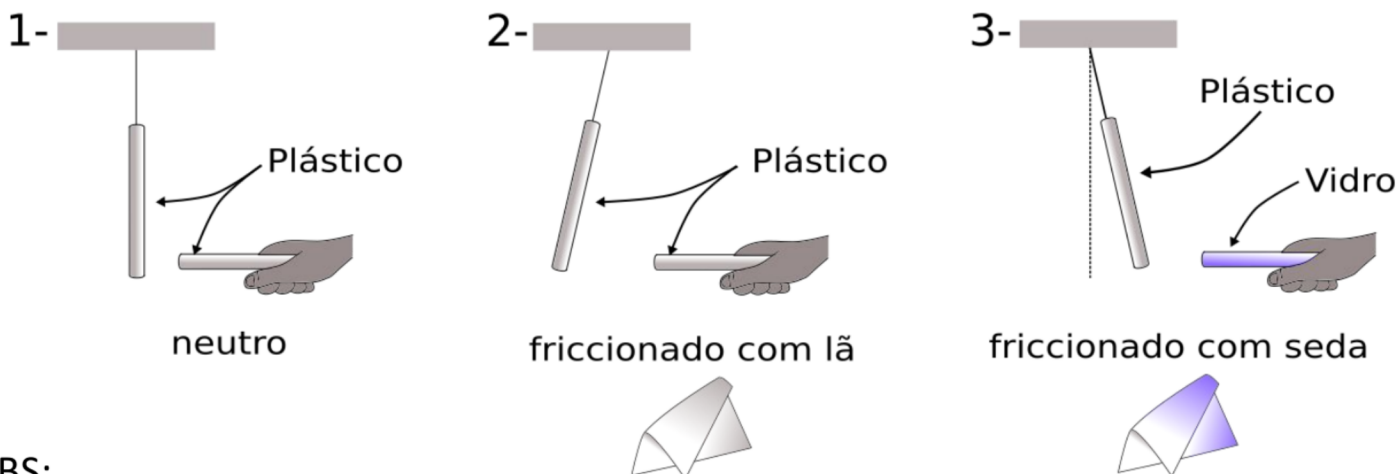
Enfim, o curso de eletromagnetismo é muito abrangente e, sobretudo, muito divertido.

O que é a carga elétrica???

O que é a carga elétrica???

Podemos desenvolver um modelo para descrever o fenômeno elétrico em termos de cargas e forças, sem levarmos em conta a natureza atômica da matéria.

Vejamos alguns experimentos:

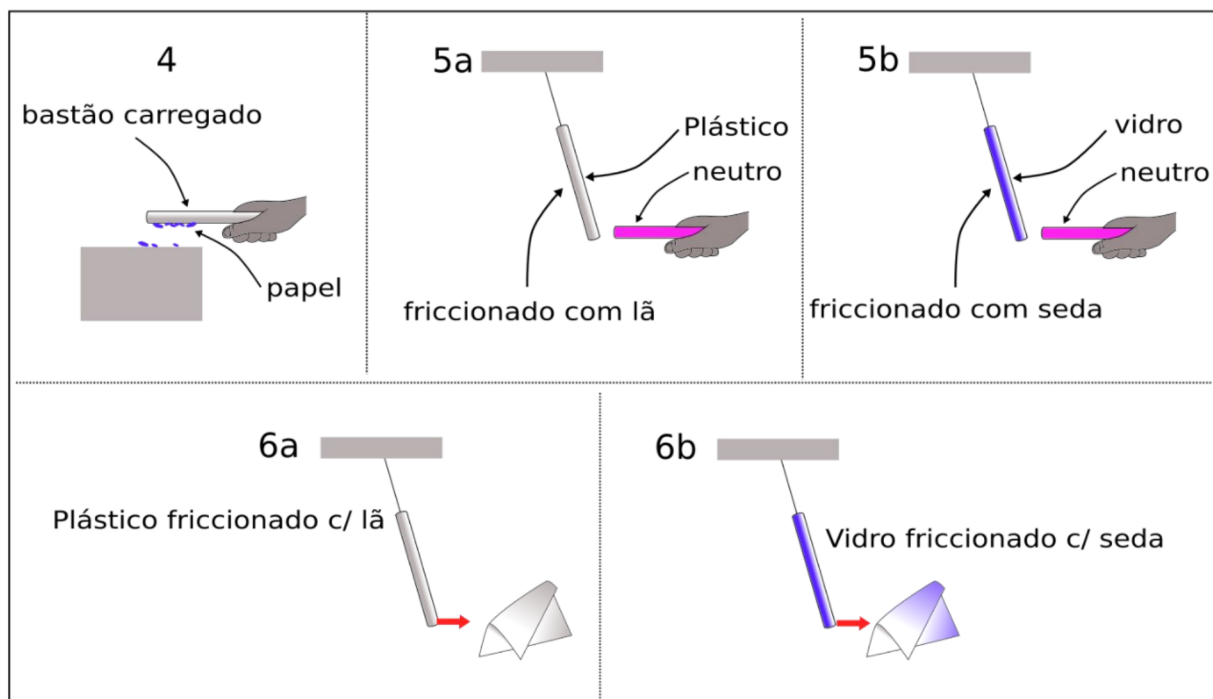


OBS:

- i) Forças maiores para bastões friccionados mais vigorosamente
- ii) Intensidade das forças diminui com aumento da distância dos bastões

O que é a carga elétrica???

Vejamos mais alguns experimentos:

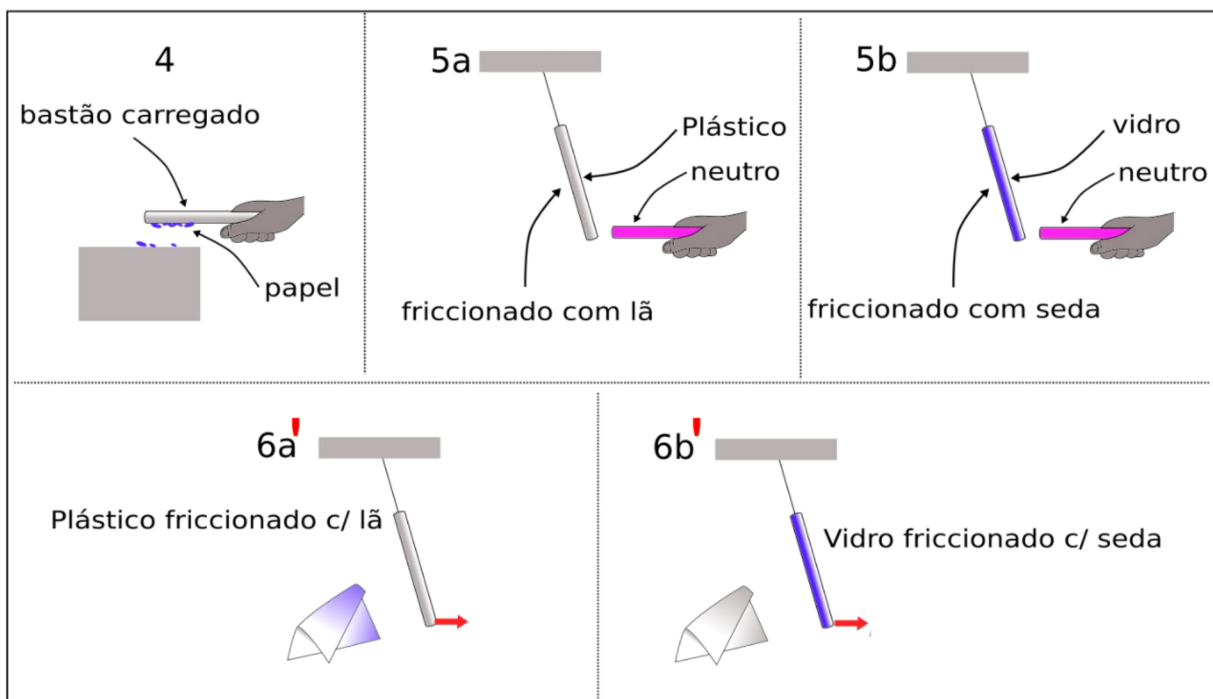


Legenda:



O que é a carga elétrica???

Vejamos mais alguns experimentos:

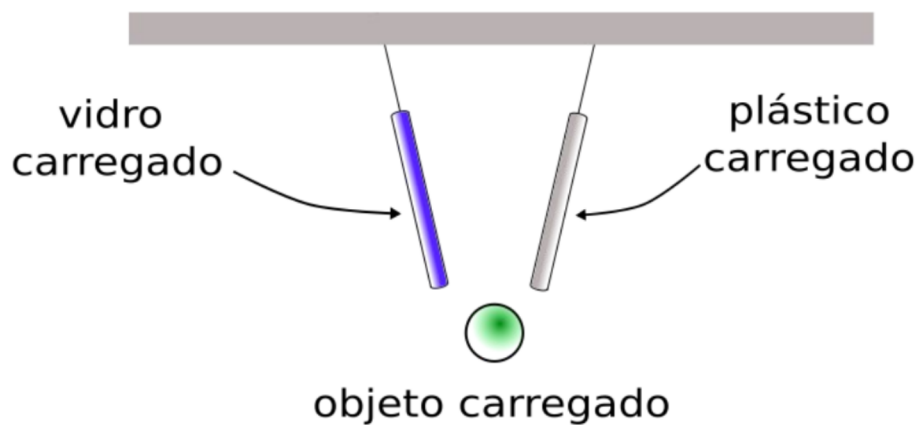


Legenda:



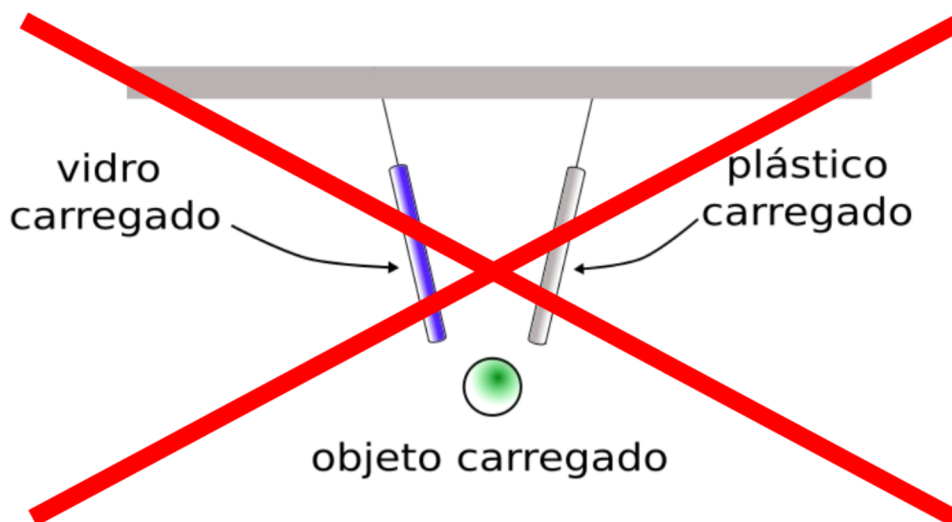
O que é a carga elétrica???

Experimento 7



O que é a carga elétrica???

Experimento 7



**Nunca foi
observado!!**

O que é a carga elétrica???

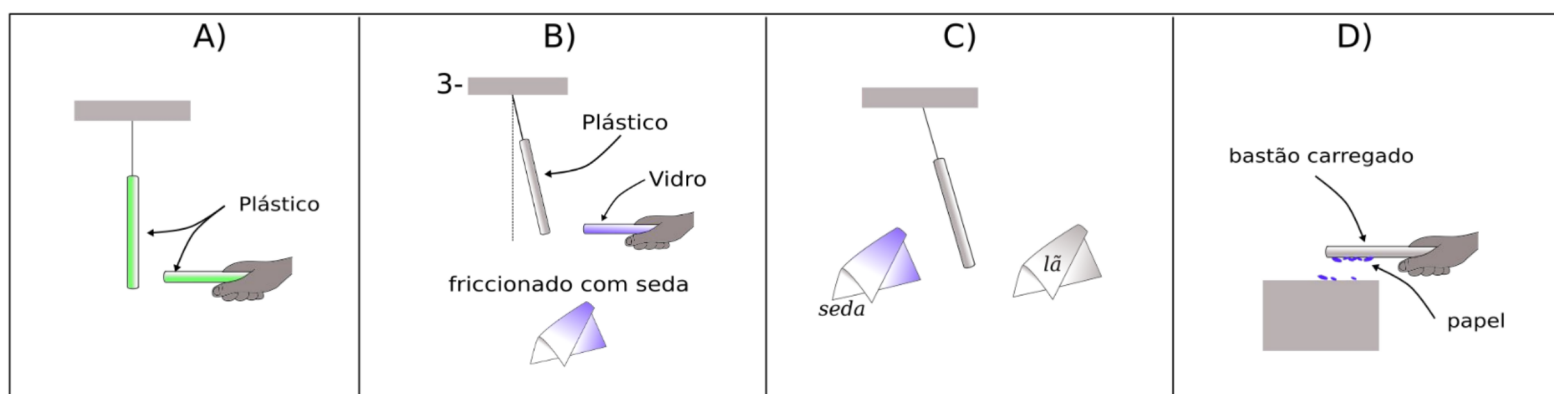
Um modelo para explicar essas observações:

1. Forças de atrito, como a fricção, adicionam algo chamado de carga elétrica a um objeto. O processo é chamado de eletrização. Qto maior a fricção (eletrização), maior é a carga produzida no processo.
2. Há somente dois tipos de cargas. A carga *positiva* e a carga *negativa*.
3. Duas cargas de mesmo tipo se repelem. Cargas diferentes se atraem.
4. A força entre duas cargas é do tipo ação a distância, aumentando com o aumento da qtde de carga e com a diminuição da distância.
5. Os neutros são materiais que possuem uma mistura igual de cargas positivas e negativas. A eletrização separa esses dois tipos.

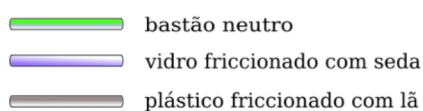
Teste Conceitual

O postulado 5 do modelo proposto é resultado da observação de qual experimento?

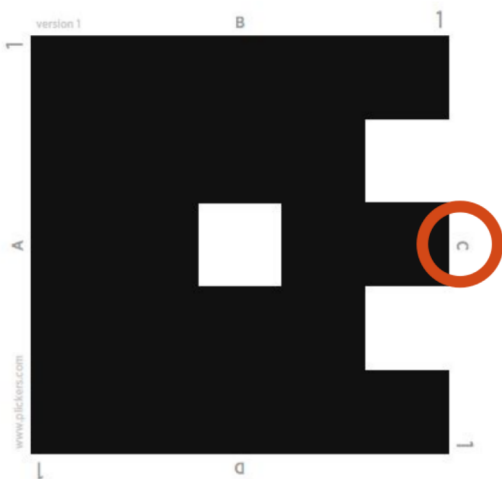
"5- Os neutros são materiais que possuem uma mistura igual de cargas positivas e negativas. A eletrização separa esses dois tipos."



Legenda:



Plickers – resposta em tempo real...



- 64 cartões, todos diferentes
- Responda levantando o cartão com sua resposta virada pra cima
- Letras pequenas de propósito (p/ seu colega não ver sua resposta!)

"Eu escaneio a turma usando um aplicativo no celular"

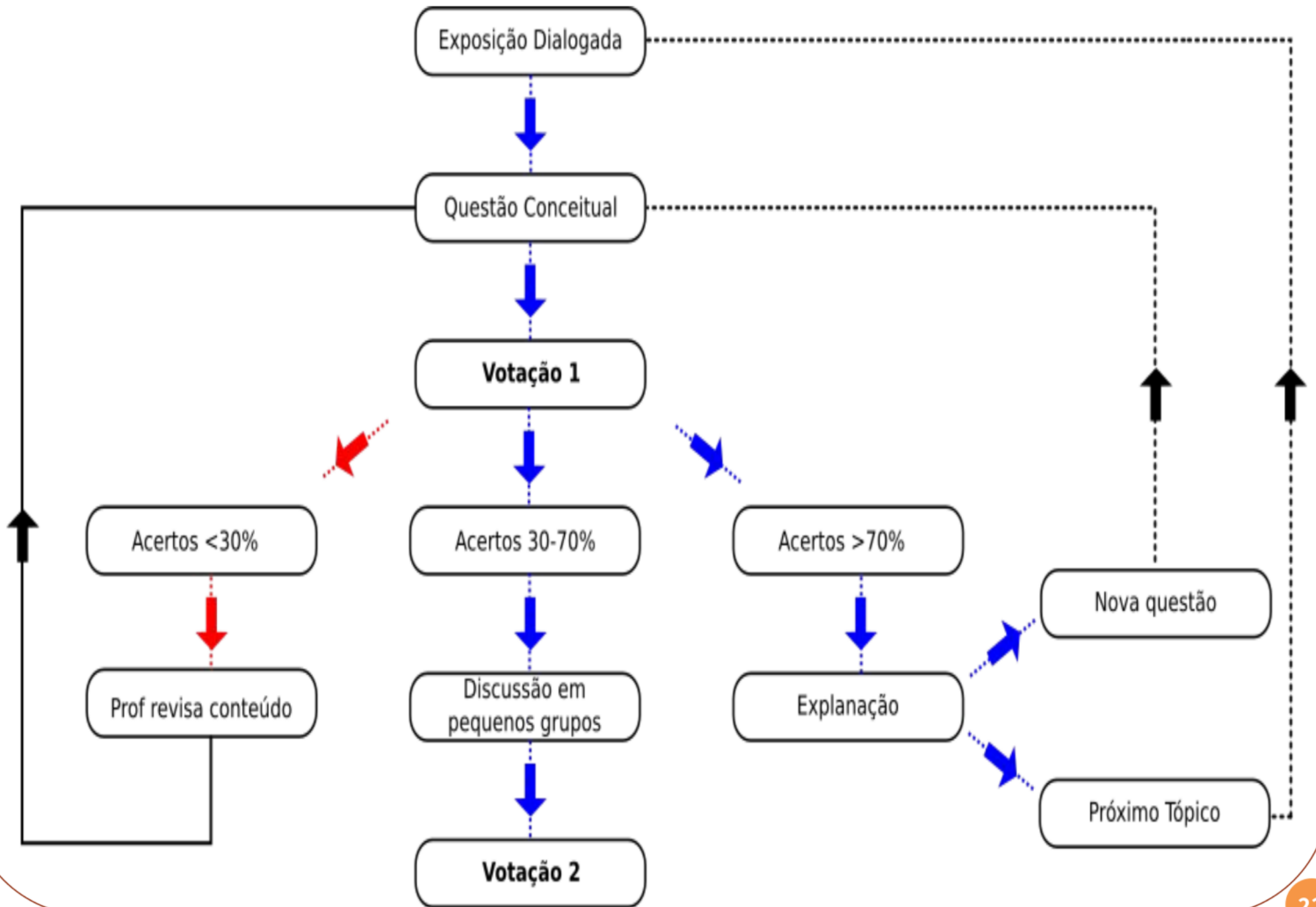


Método do curso: *peer instruction* (*instrução pelos colegas*)

Funciona assim:

- i) **Eu apresento um problema**, você tem um tempo para pensar, e depois uma votação é feita usando cartões-resposta especiais
- ii) **Você discute com um colega**, cada um tenta convencer o outro de que a sua resposta é a correta
- iii) **Fazemos uma segunda votação**. Se agora a maioria acertar, passamos para o próximo tópico. Se a maioria erra discutimos a resposta correta, e se possível, eu apresento outra questão conceitual sobre o mesmo tema.

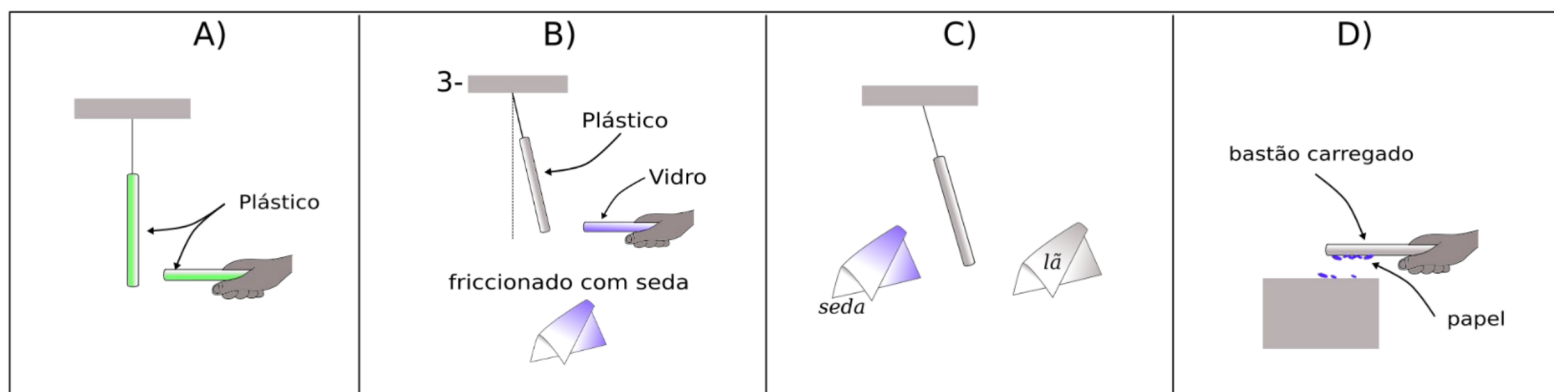
Como faremos:



Teste Conceitual

O postulado 5 do modelo proposto é resultado da observação de qual experimento?

"5- Os neutros são materiais que possuem uma mistura igual de cargas positivas e negativas. A eletrização separa esses dois tipos."



Legenda:

-  bastão neutro
-  vidro friccionado com seda
-  plástico friccionado com lã

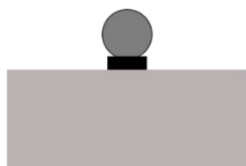
 seda
seda friccionada c/ vidro

 lã
lã friccionada c/ plástico

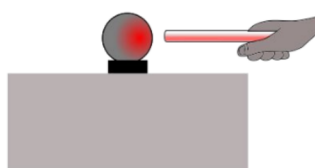
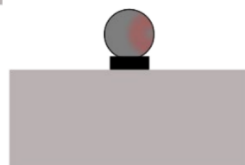
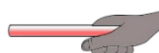
Diferentes materiais respondem de forma diferente a eletrização...

Experimento 8

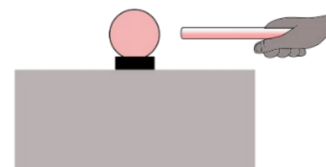
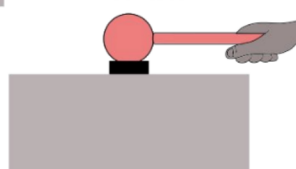
esfera de metal neutra



bastão eletrizado

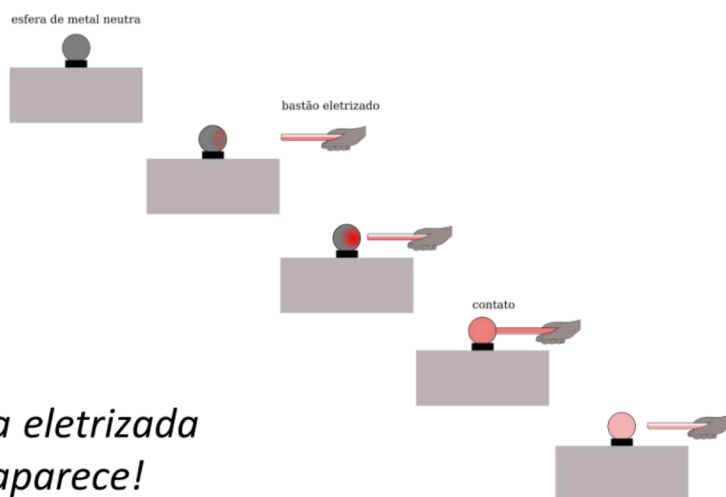


contato



A esfera de metal que inicialmente estava neutra, depois do contato, passa a atrair papezinhos picados e a repelir o bastão que encostou nela.

A esfera de metálica ficou eletrizada!



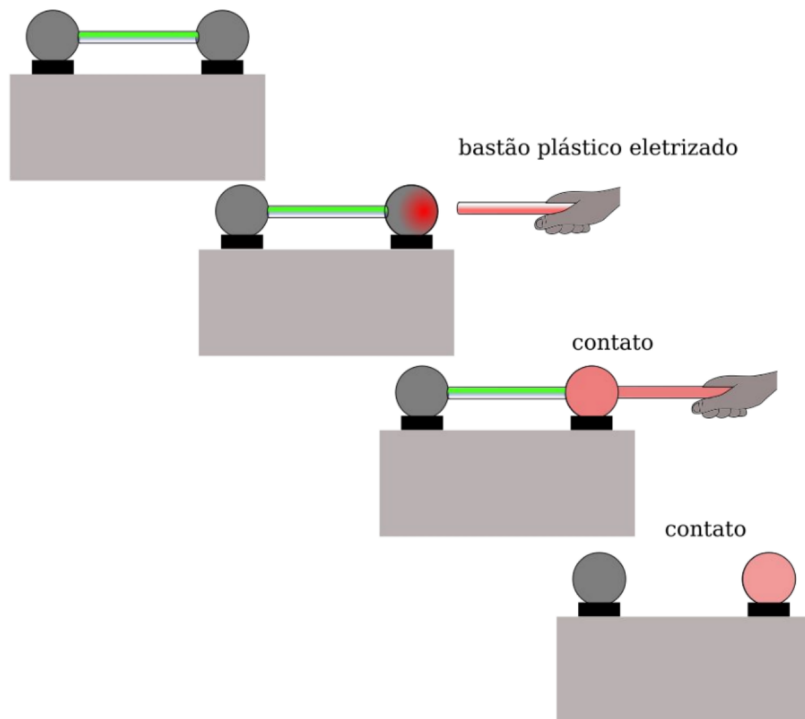
*Passando o dedo no bastão e na esfera eletrizada
o efeito da atração de papeizinhos desaparece!*

Diferentes materiais respondem de forma diferente a eletrização...

Experimento 9

A esfera de metal que inicialmente estava neutra depois do contato passa a atrair papezinhos picados e a repelir o bastão que encostou nela. Com a outra esfera não aconteceu nada, permanecendo neutra.

- esferas metálicas neutras
- bastão plástico neutro

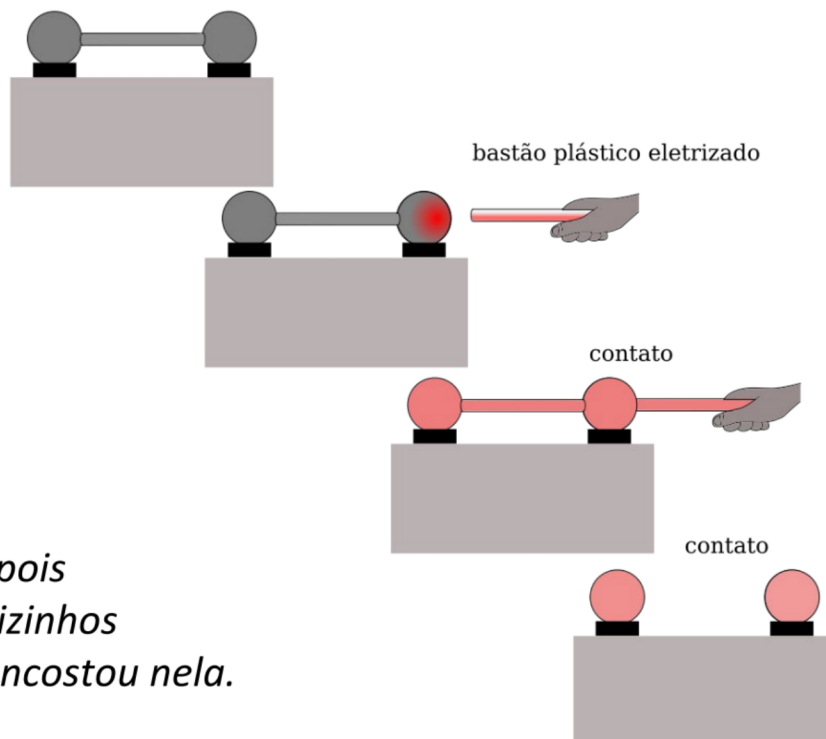


Uma esfera de metálica ficou eletrizada!

Diferentes materiais respondem de forma diferente a eletrização...

Experimento 10

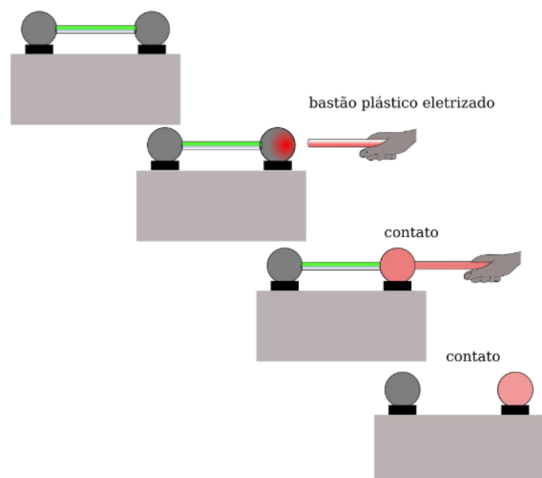
- esferas metálicas neutras
- bastão metálico



As esferas de metal que inicialmente estavam neutras, depois do contato, passam a atrair papezinhos picados e a repelir o bastão que encostou nela.

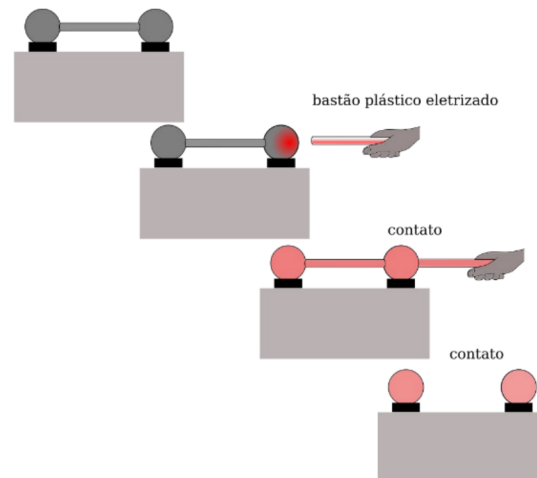
As duas esferas metálicas ficam eletrizadas!

- esferas metálicas neutras
- bastão plástico neutro



Vs

- esferas metálicas neutras
- bastão metálico



Um modelo para explicar essas observações (continuação):

1. A carga pode ser transferida de um objeto para outro por meio do contato.
2. Há duas classes de materiais com propriedades elétricas distintas no que diz respeito a transferência de carga. Chamaremos eles de *isolantes* e *condutores*.



Teste Conceitual 2

Digamos que o bastão de vidro obtenha carga + ao ser atritado com a seda.

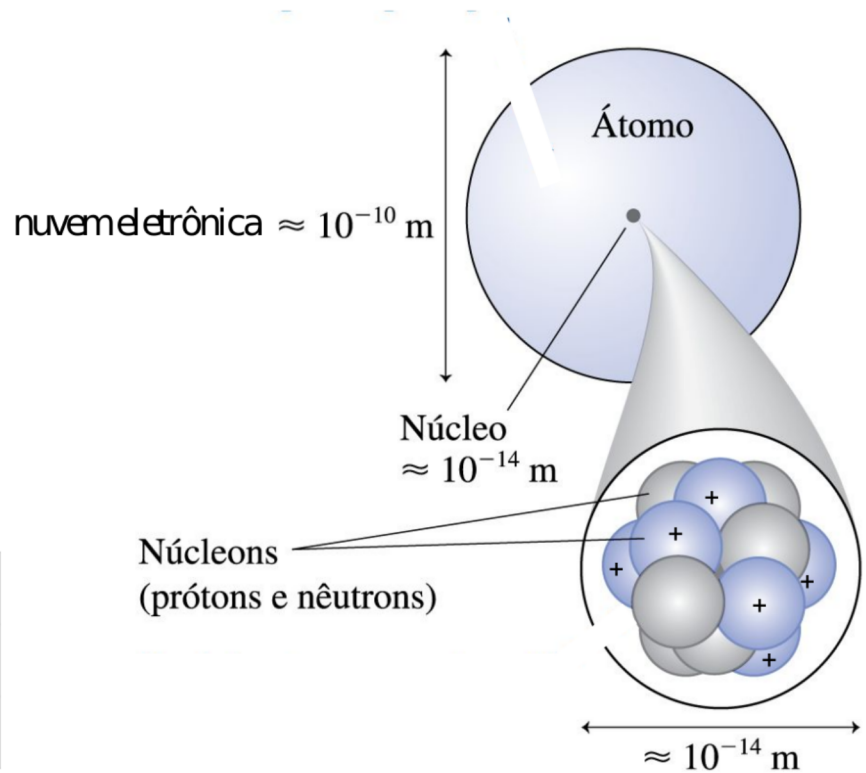
Você agora precisa saber se um dado bastão (um outro bastão) encontra-se carregado com carga +. Para isso, você deve:

- A) verificar se um bastão de plástico carregado (com carga -) atrai o dado bastão.
- B) verificar se um bastão de vidro carregado (com carga +) repele o dado bastão.
- C) Fazer ambos, *a* e *b*.
- D) Fazer *a* ou *b*.

Átomos e eletricidade

A eletricidade em uma descrição moderna, levando em conta a natureza atômica da matéria

Partícula	Massa (Kg)	Carga
Próton	$1,67 \times 10^{-27}$	$+e$
Elétron	$9,11 \times 10^{-31}$	$-e$



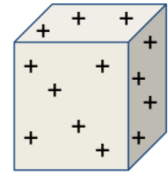
Átomos e eletricidade

Conexão micro-macro

Macroscopicamente, um corpo tem carga

$$q = (N_p - N_e)e,$$

onde N_p = #prótons e N_e = #elétrons

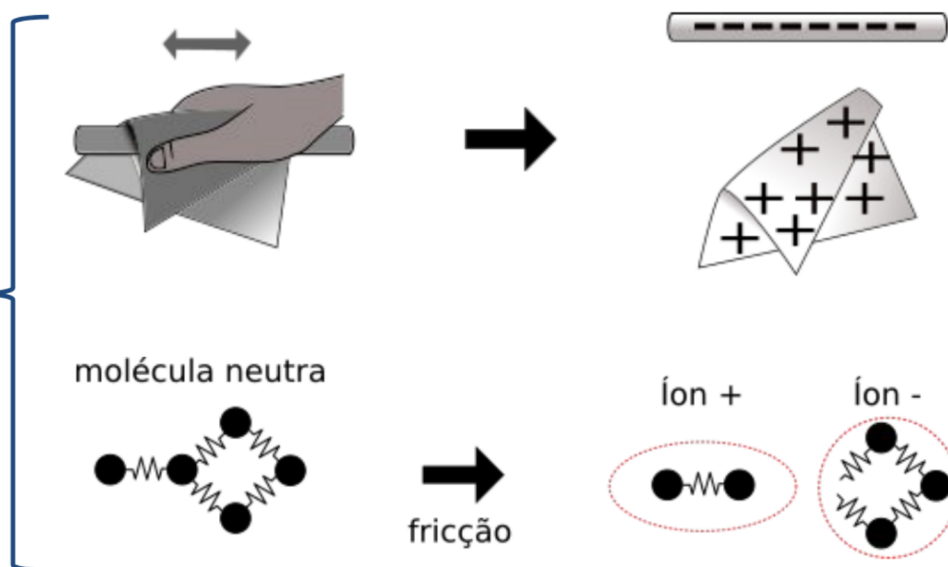


Atenção: um corpo neutro não é um corpo sem cargas, mas sim um corpo com carga líquida nula, ou seja, $N_p - N_e = 0$.

Átomos e eletricidade

Como explicar microscopicamente a eletrização

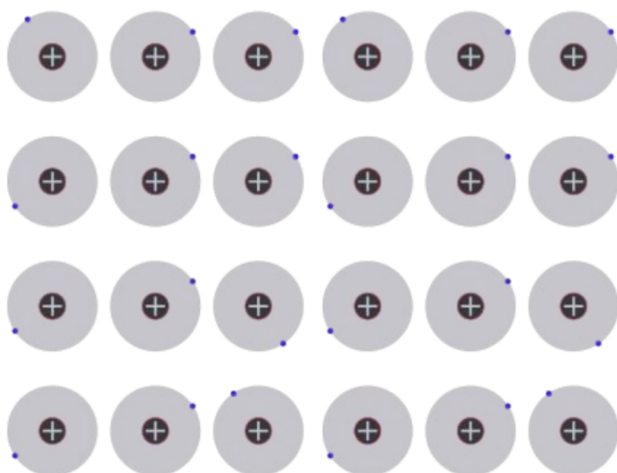
**Conexão
micro-macro:**



No processo de eletrização por atrito, as moléculas se partem formando íons carregados.

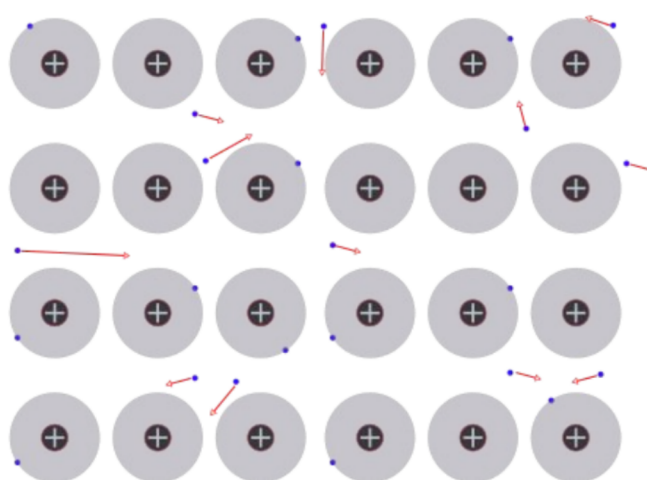
Átomos e eletricidade

Isolante



Elétrons **fortemente** ligados aos núcleos.
Não podem se locomover no condutor.

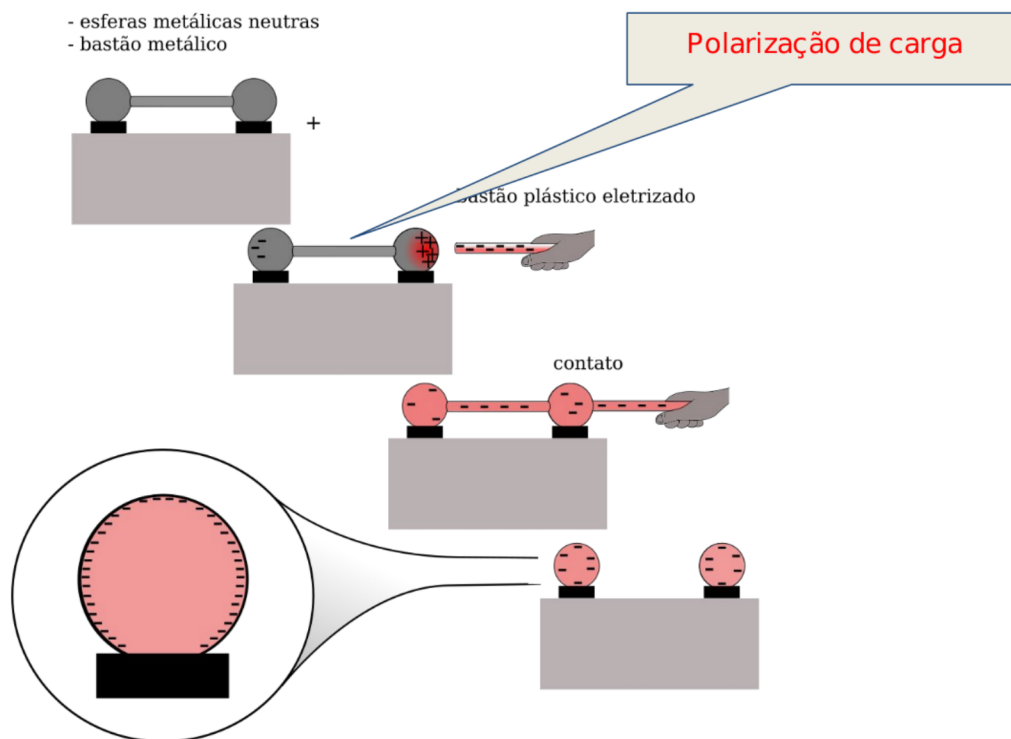
Condutor



Elétrons **fracamente** ligados aos núcleos.
Podem se locomover no condutor.

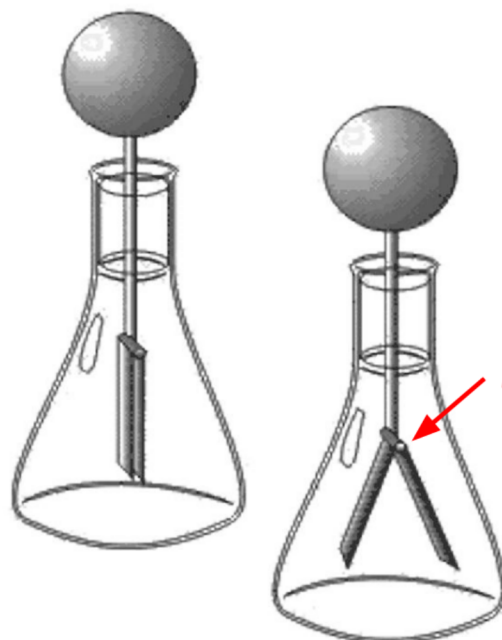
Átomos e eletricidade

Com o que foi visto no slide anterior, podemos explicar, em termos de cargas elétricas, o processo de eletrização.



Verificando se um corpo está carregado

Eletroscópio



Recipiente: vidro

Esfera, haste, articulação e pás: cobre

uma articulação permite o movimento de duas pás metálicas

Teste Conceitual 3

O eletroscópio da figura ao lado encontra-se:



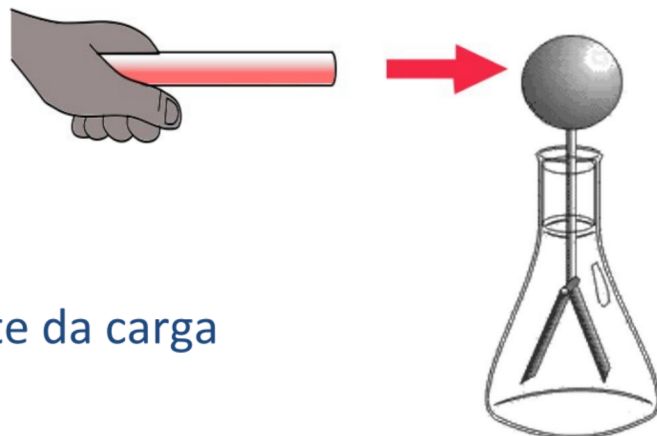
- A) carregado com carga +
- B) carregado com carga -
- C) tanto A como B são respostas possíveis
- D) neutro



questão não realizada. O professor deu a resposta no slide anterior, na hora de explicar o funcionamento do Eletroscópio...

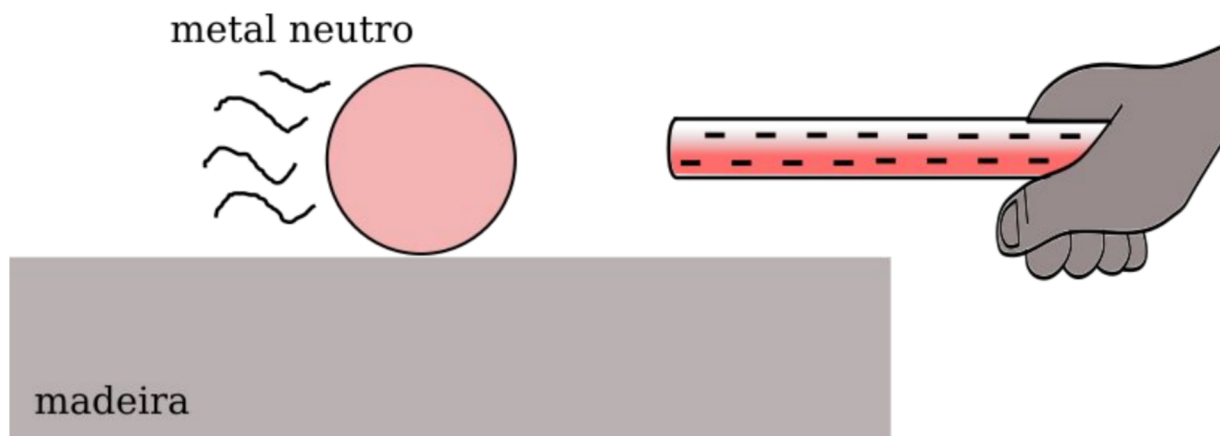
Teste Conceitual 4

O que ocorre com o eletroscópio (inicialmente eletrizado) quando um bastão de plástico com **carga negativa** se aproxima?



- A) as pás se aproximam, independente da carga inicial do eletroscópio.
- B) as pás se afastam, independente da carga inicial do eletroscópio.
- C) as pás se aproximam se, inicialmente, o eletroscópio estava com carga positiva.
- D) as pás se aproximam se, inicialmente, o eletroscópio estava com carga negativa.

Por que um bastão carregado sempre atrai objetos neutros?

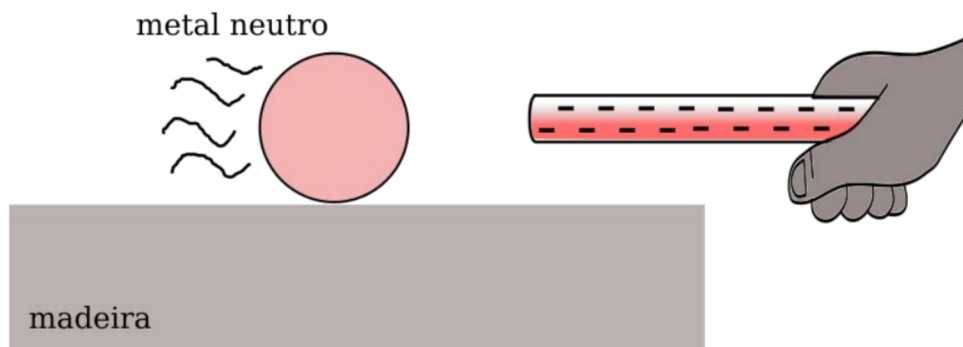


O cilindro metálico de metal é atraído pelo bastão ...

link youtube: <https://youtu.be/nxscExbsTII?t=30s>

Teste Conceitual 1

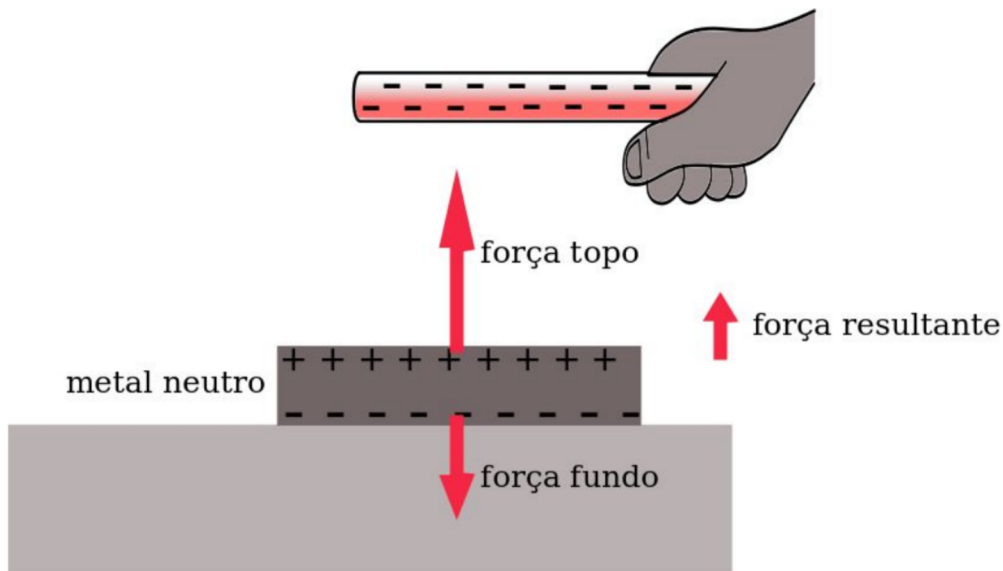
A **aceleração** da bola metálica neutra, com relação a madeira,



- A) aumenta a medida que o bastão carregado se aproxima da bola.
- B) diminui a medida que o bastão carregado se aproxima da bola.
- C) é nula independente da proximidade entre o bastão e a bola.
- D) sempre aumenta, independente da proximidade entre o bastão e a bola.

Por que um bastão carregado sempre atrai objetos neutros?

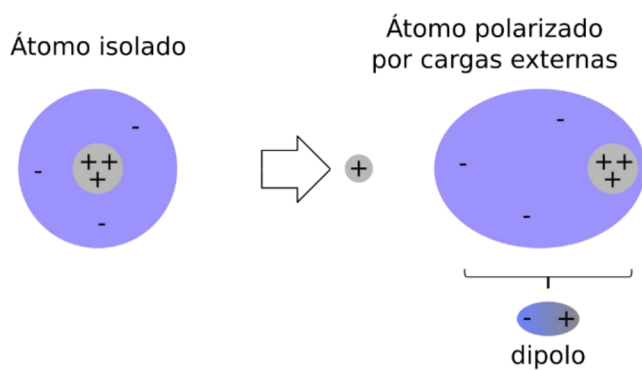
Condutores: Descrição micro-macro



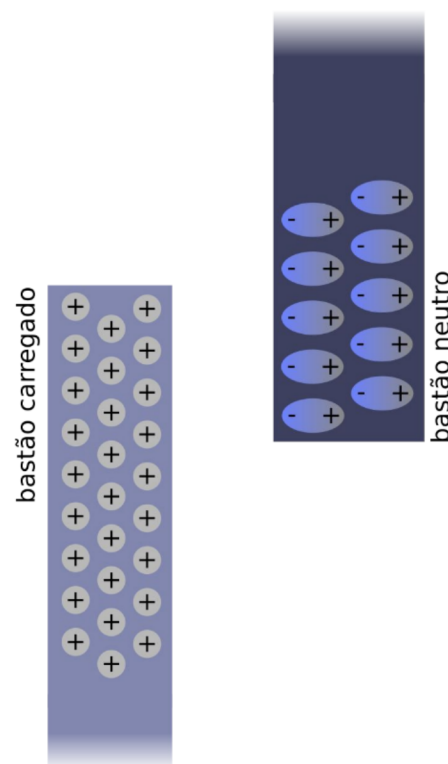
O bloco de metal é atraído pelo bastão devido a força de polarização, que é a força líquida entre F_{topo} e F_{fundo} .

Por que um bastão carregado sempre atrai objetos neutros?

Isolantes: Descrição micro-macro

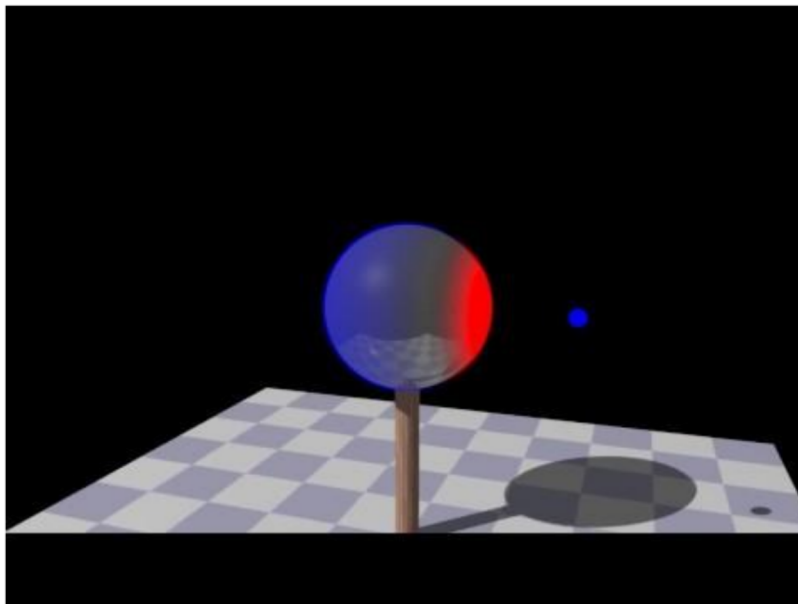


Um átomo neutro é polarizado por uma carga externa, dipolo elétrico.



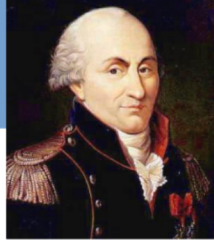
Os átomos do isolante são polarizados

Eletrização por indução



[Animations for Physics and Astronomy - https://youtu.be/18rUmrYaXI0](https://youtu.be/18rUmrYaXI0)

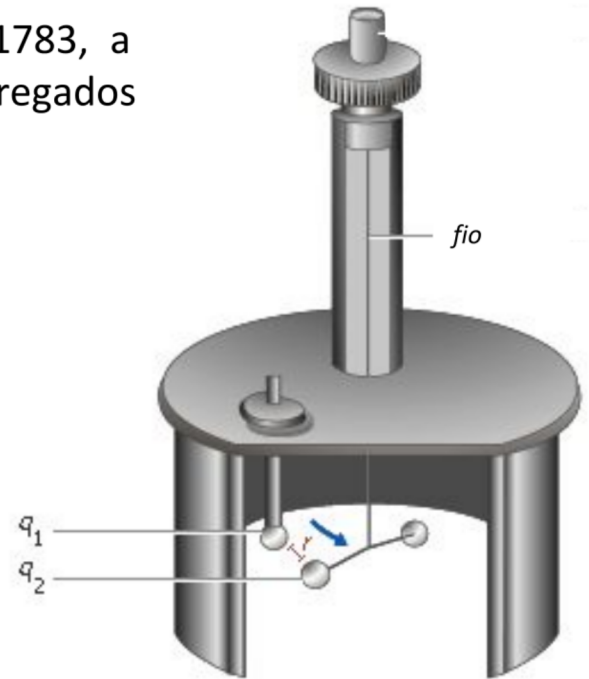
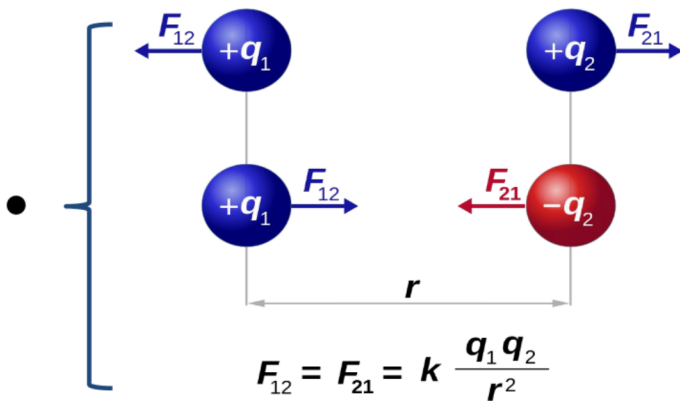
Um objeto metálico pode ser eletrizado sem o contato, por meio do efeito da Indução elétrica.



A Lei de Coulomb

Um modelo quantitativo para estudo dos fenômenos elétricos...

- *Charles Augustin de Coulomb* mediu, em 1783, a magnitude da interação entre objetos carregados usando uma balança de torção.

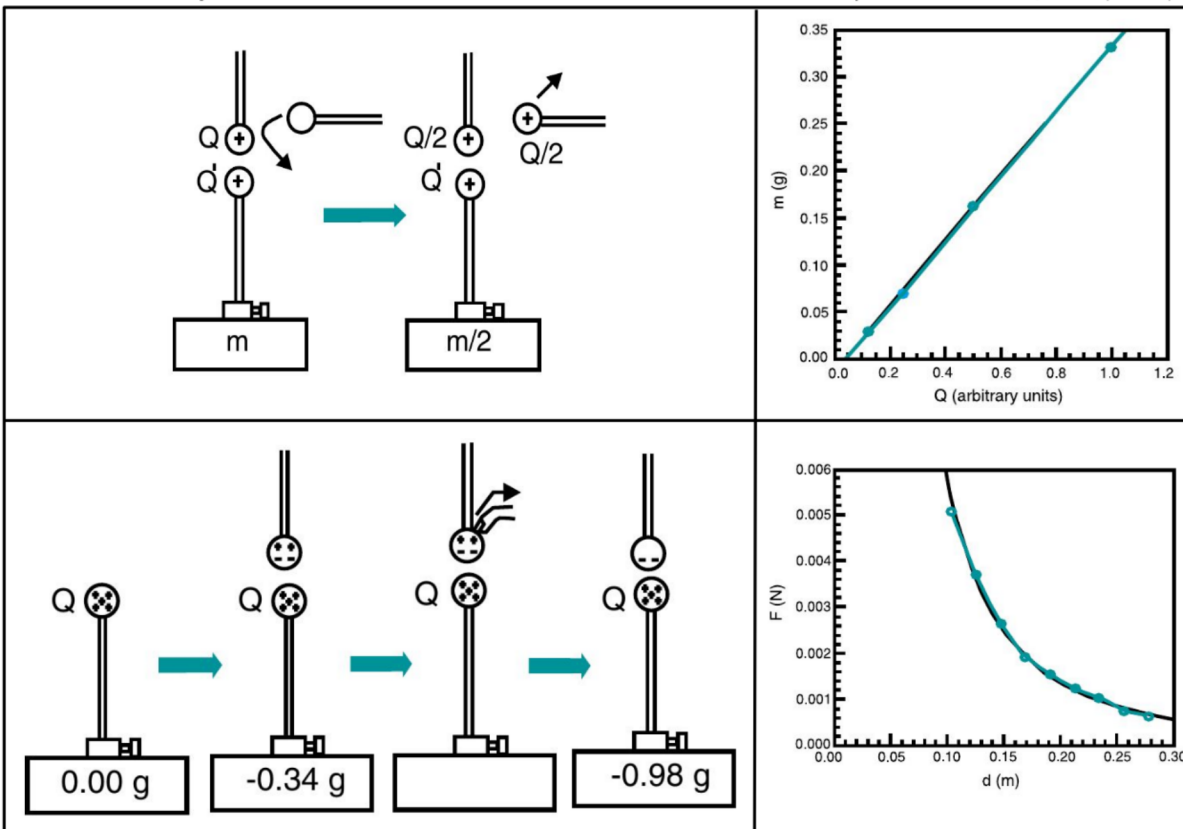


- $K = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \rightarrow$ **cte eletrostática**
- $q \propto e$, carga elementar, dada por $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

A Lei de Coulomb

- Uma demonstração experimental moderna.

Demonstrations of Coulomb's Law with an Electronic Balance: A. Cortel - Physics Teacher 37, Oct. (1999)



$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

"A força elétrica é proporcional a carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas."

Interação a distância???

O modelo de campo.

O modelo de campo

Uma explicação para forças de *ação a distância*.

As forças de ação a distância atuam em diferentes corpos sem a necessidade do contato entre eles



Força gravitacional



Força magnética



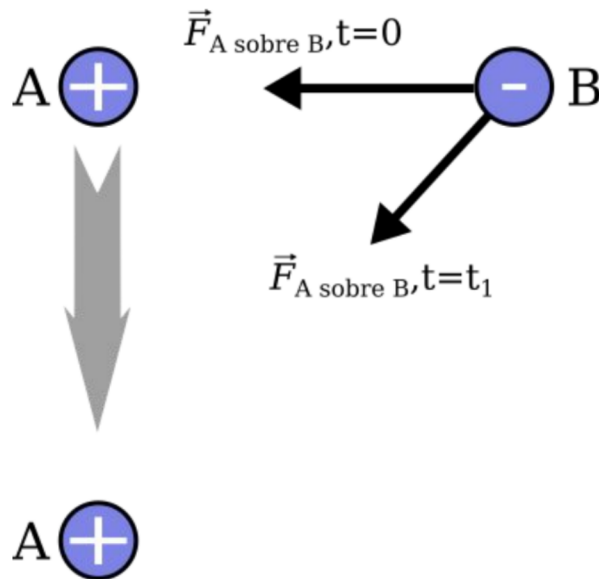
Força elétrica

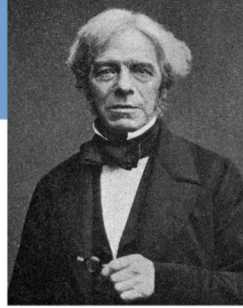
Qual o mecanismo por meio do qual a força atua sem o contato??

O modelo de campo

Outra questão:

Se uma partícula, que interage com outra, começa a se mover subitamente, a interação muda instantaneamente ou haverá algum atraso?

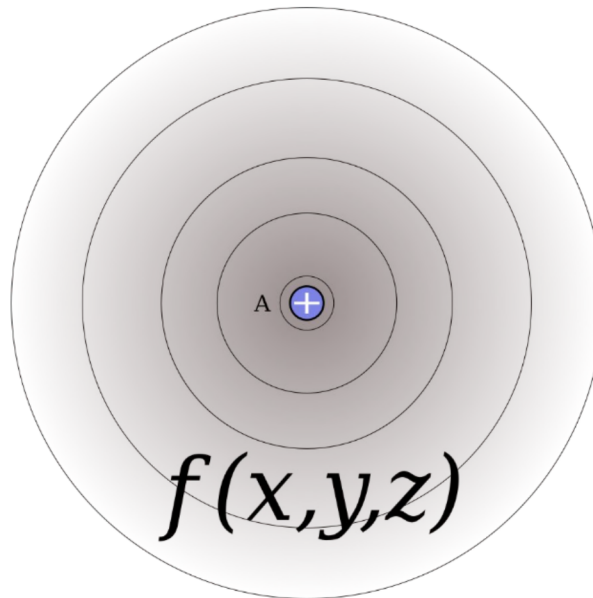




O modelo de campo

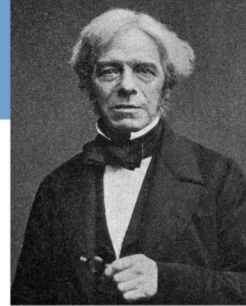
Michael Faraday

"O espaço, nas proximidades de uma carga elétrica, ou de um ímã é alterado. Existe uma influência que se manifesta provocando uma força em outros objetos..."



Outras cargas respondem a alteração do espaço nos lugares em que estão.

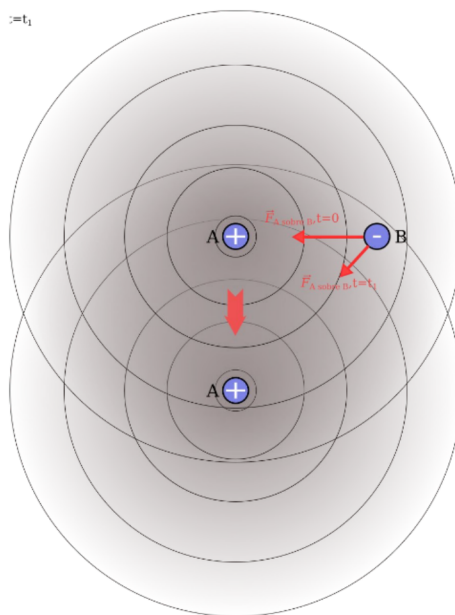
Isso explica a interação a distância.



O modelo de campo

Michael Faraday

"O espaço, nas proximidades de uma carga elétrica, ou de um ímã é alterado. Existe uma influência que se manifesta provocando uma força em outros objetos..."



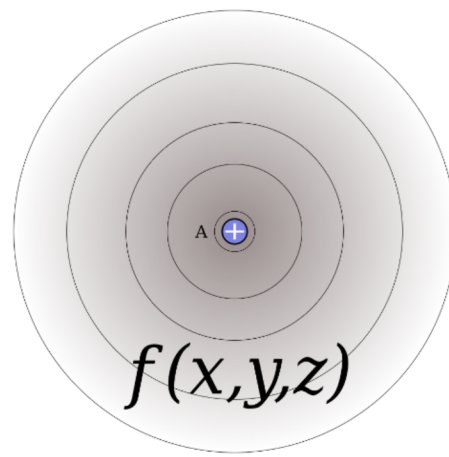
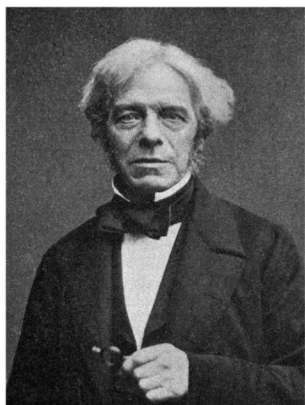
Nota:

Se A for uma partícula relativística, a partícula B só percebe o movimento de A, a partir de $t=0$, depois de transcorrido um tempo $\Delta x_{AB}/c$.

O modelo de campo

Michael Faraday abriu novos caminhos...

As ideias de **Faraday** foram utilizadas para, pela primeira vez, explicar a interação a distância. Elas foram embasadas matematicamente por Maxwell, que descreveu todos os fenômenos dos campos elétrico e magnético.



O modelo de campo

Como utilizaremos isso na nossa disciplina?

Postulados do modelo de campo:

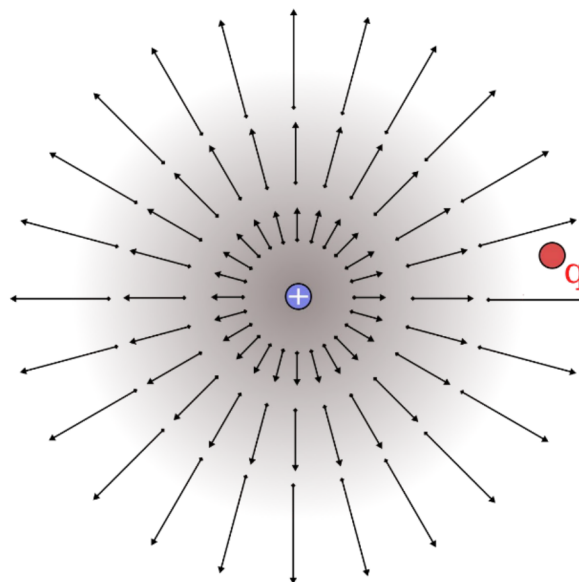
1. Algumas cargas, que denominamos cargas-fonte, alteram o espaço ao redor de si pela criação de um campo elétrico $\vec{E}$.
2. Toda carga isolada dentro de um campo elétrico, experimenta uma força $\vec{F}$ exercida pelo campo.

$$\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{em } q}(x,y,z)}{q}$$

Determinando o campo elétrico

Postulados do modelo de campo:

1. Algumas cargas, que denominamos cargas-fonte, alteram o espaço ao redor de si pela criação de um campo elétrico $\vec{E}$.
2. Toda carga isolada dentro de um campo elétrico, experimenta uma força $\vec{F}$ exercida pelo campo.

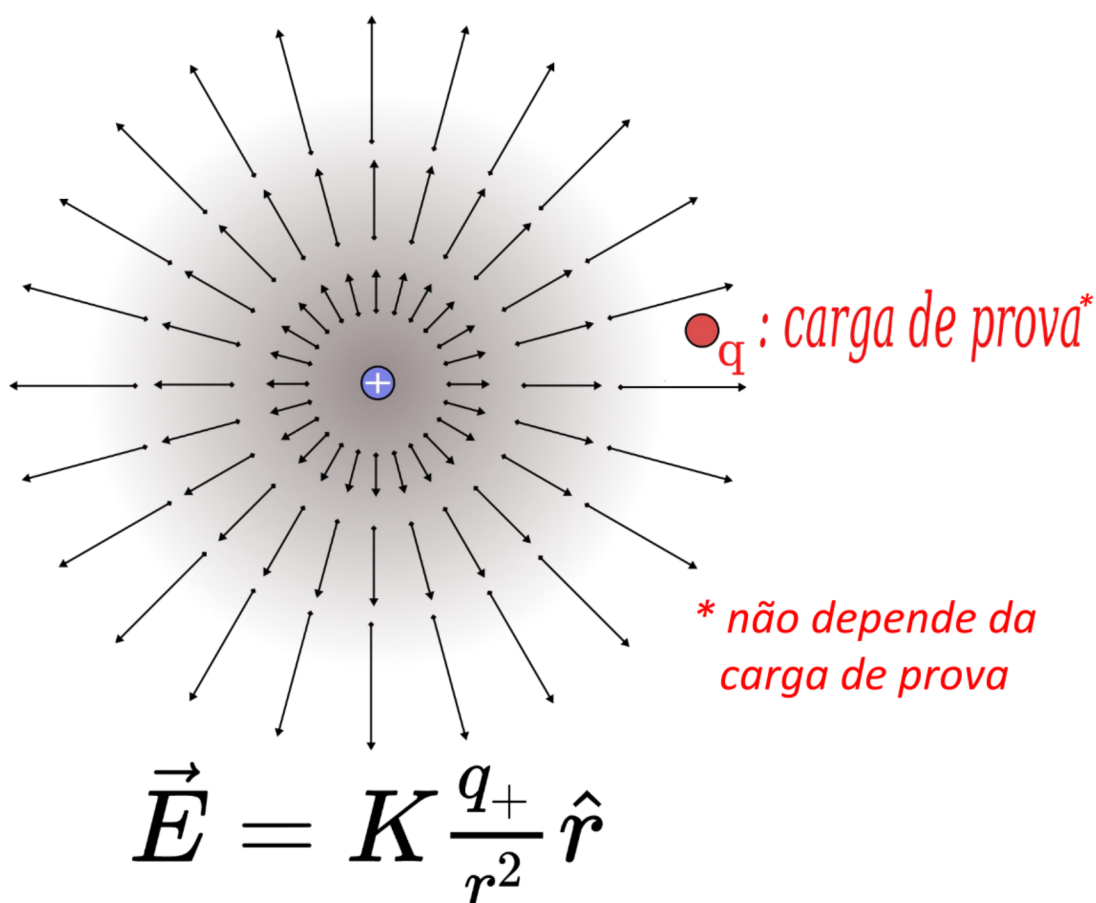


q : carga de prova*

* indica a
existência de um
campo elétrico.

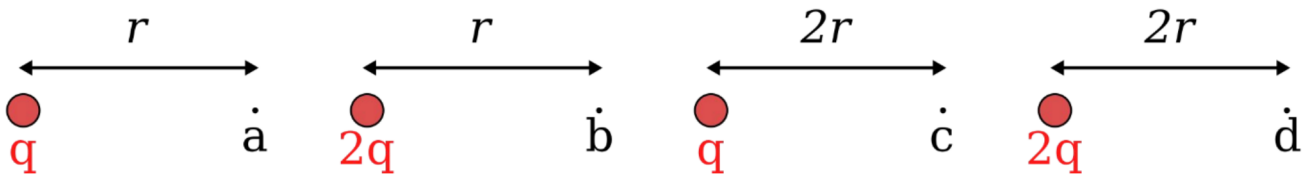
$$\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{em } q}(x,y,z)}{q_{\text{prova}}}$$

O campo elétrico de uma carga puntiforme



Teste Conceitual 5

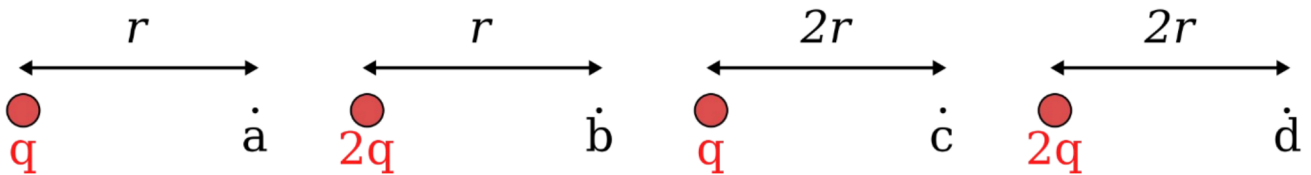
Qual a alternativa melhor representa a sequência dos campos elétricos?



- A) $E_a > E_b > E_c > E_d$.
- B) $E_b > E_a > E_d > E_c$.
- C) $E_d > E_c > E_a > E_b$.
- D) $E_b > E_d > E_a > E_c$.

Teste Conceitual 5

Qual a alternativa melhor representa a sequência dos campos elétricos?



- A) $E_a > E_b > E_c > E_d$.
- B) $E_b > E_a > E_d > E_c$.**
- C) $E_d > E_c > E_a > E_b$.
- D) $E_b > E_d > E_a > E_c$.